

свойств, в том числе износостойкости и коэффициента трения в покрытиях, получаемых методом лазерной наплавки.

Подобные композиционные покрытия могут использоваться для повышения износостойкости направляющих различного назначения, подшипников скольжения, штоков.

Литература.

1. J. Ratajski, A. Gilewicz, P. Bartosik, L. Szparaga. – Mechanical properties of antiwear Cr/CrN multilayer coatings // Archives of Materials Science and Engineering. – 2015. – V. 75. - I. 2. – P. 35-45.
2. A. Gilewicz, R. Olik, L. Szpraga, J. Ratajski. – The properties of multi-layer and gradient coatings based on CrN/CrCN deposited on nitride 4140 steel // Problemy Eksploatacji – Maintenance Problems. – 2014. – I. 3. – P. 27-43.
3. John C. Ion, Laser processing of Engineering Materials: principles, procedure and industrial application. - MA.: Elsevier Butterworth – Heintmann, Burlington, 2005. - 220 p.
4. E. Toyserkani, A. Khajepour, S. Corbin, Laser Cladding. - Boca Raton, Florida: CRS Press, 2005. 380 p
5. J. Th. M. De Hosson, V. Ocelic, Functionally graded materials produced with high power lasers// Proceedings of ASTRA – 2003. - Hyderabad, India, 2003. - P. 368-376.

#### ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ РК

*М.М. Мусаев, докторант, К.Т. Шеров, д.т.н., проф.*

*Казахдинский государственный технический университет, г.Казаханда*

*100012, г. Казаханда, Бульвар Мира, 56, тел. 8(7212) 56-75-98 (код 1056)*

*E-mail: kstu\_mmm@mail.ru*

**Аннотация:** В данной статье приведены результаты исследований состояния проблемы обработки деталей типа тел вращения в условиях машиностроительных предприятий Республики Казахстан (РК). Исследования показали, что более 85% деталей подвергающихся механической обработке относятся деталям тел вращения. Выявлена проблема, связанная с дроблением стружки при токарной обработке. Для решения данной проблемы предложена технология термофрикционного фрезоточения, а также разработано и изготовлено универсальное устройство для осуществления предлагаемого способа.

**Abstract:** The article presents the results of research into problems solved in machine-building enterprises of the Republic of Kazakhstan (RK). Studies have shown that more than 85% of the parts of the machined parts of the body of rotation. The problem associated with jet crushing during turning is revealed. To solve this problem, a technology of thermofriction turn-milling has been proposed, as well as a universal device designed and manufactured to supply the proposed method.

Одной из важнейших задач современного развития экономики является интенсификация производства на основе достижений научно-технического прогресса. Темпы научно-технического прогресса обусловлены в основном развитием машиностроения.

В современном машиностроительном производстве Республики Казахстан, особенно в горно-металлургическом комплексе, все большее применение находят коррозионностойкие и жаропрочные стали и сплавы, обработка которых традиционными для заводов Казахстана способами механической обработки связана с определенными трудностями. Эти сплавы, как правило, являются труднообрабатываемыми. Износ режущего инструмента весьма высок. Для обработки таких материалов в основном применяется резцы, оснащенные пластинками из дорогостоящих инструментальных материалов – твердые сплавы, минералкерамика, эльбор и т.д.

Одним из путей экономии дорогого инструментального материала является разработка и применение новых ресурсосберегающих технологий термофрикционной обработки на малых скоростях [1,2,3], в частности комплексный способ обработки наружных цилиндрических поверхностей термофрикционным фрезоточением [4,5,6].

Было проведено исследования состояния проблемы обработки деталей тел вращения в условиях АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения» и ТОО «Курылысмет» Производство №2 (завод НОММ).

Машиностроительное предприятие АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения», в настоящее время входит в число лидеров тяжелого машиностроения Казахстана, поставляет оборудование для металлургической промышленности, прокатное и волочильное оборудование, продукцию общепромышленного назначения, оборудование для добычи нефти и газа, горнодобывающей промышленности.

Оборудование, выпускаемое АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения» работает во всех странах СНГ и 30-ти странах дальнего зарубежья. Перечень заказчиков АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения» включает в себя важнейшие предприятия металлургической, горнодобывающей, нефтегазовой, энергетической и транспортной отраслей промышленности Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья. Среди постоянных потребителей продукции завода – такие гиганты, как «НЛМК», «ММК», «Корпорация Казахмыс», «Северсталь», «Евразхолдинг», «АрселорМиттал Темиртау», «Группа компаний ENRC» и многие другие.

Исследования проведенные на вышеуказанных заводах показали, что более 85% деталей подвергающихся механической обработке в условиях вышеуказанных заводов относятся деталям тел вращения или имеют дугообразные наружные поверхности, которые обрабатывается точением на токарных станках. Простота наладки станков, возможность обеспечения требуемого качества и высокой производительности являются основными преимуществами токарных станков. Токарной обработкой можно обработать без исключения различные профили.

На рисунке 1 показано фотографии некоторых деталей, изготавливаемых в условиях АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения» и ТОО «Курылысмет» Производство №2.

Однако основным недостатком токарной обработки является дробления стружки, который вызывает дополнительные трудности по обслуживанию станков, в частности при обработке заготовок из материалов, образующих длинную стружку. При точении такая стружка, наматываясь на резец и заготовку, ухудшает качество обработки и портит детали станка. Кроме того, длинная запутанная стружка опасна для станочника. Удаление стружки в данном случае представляет серьезную проблему, и иногда требуется останавливать станок для его очистки (см. рисунок 3).



Рис. 1. Фотографии заготовок: а – бочка ролика отводящего рольганга; б – кольца зубчатые; в – шкивы; г – колеса насосов; д – корпуса; е – колеса зубчатые; ж – валы-шестерни; з – корпус внутренний; и – шестерня; к, л, м – бочки роликов

На рисунке 2 показано процессы токарной обработки заготовок.

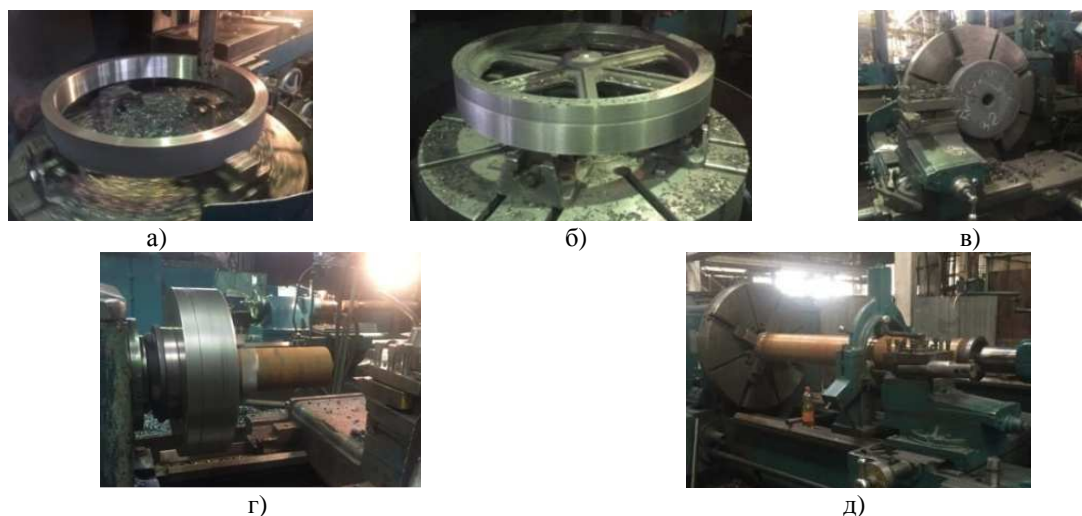


Рис. 2. Процессы токарной обработки: а – точение внутренней поверхности зубчатого кольца; б – точение наружной цилиндрической поверхности шкива; в – точение наружной цилиндрической поверхности зубчатого колеса; г, д – точение бочки роликов

А также существует проблема возникновения ударной нагрузки на резец при точении прерывистых поверхностей вращения (например, с различными канавками, поднутрениями и т.п.), который приведет к снижению показателей шероховатости обработки и падению стойкости инструмента.

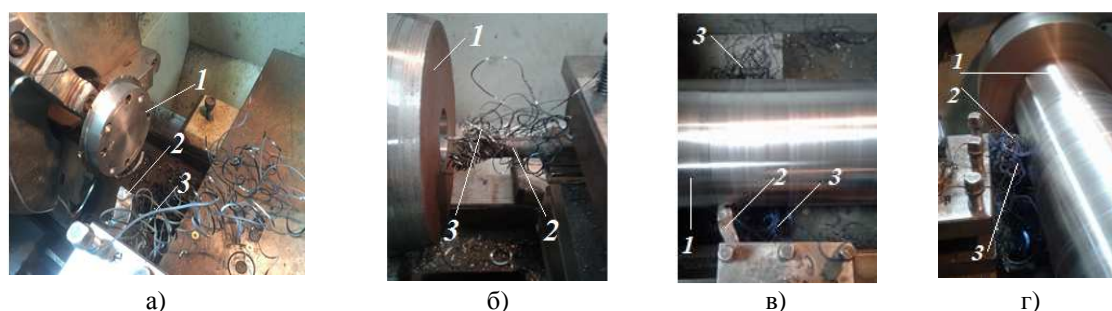


Рис. 3. Процессы стружкообразования при токарной обработке: а – точение наружной цилиндрической поверхности; б – точение отверстия; в, г – точение вала; 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – резец; 3 – стружки

На современном этапе научно-технического прогресса прочность, вязкость, твердость и другие характеристики высокопрочных материалов возрастают столь быстро, что оборудование и инструменты, которыми располагает производство, в ряде случаев не позволяют осуществлять высокоэффективную обработку. А также создание приборов и машин нового поколения с улучшенными технико-экономическими характеристиками, отличающихся высокой надежностью и долговечностью, связано с применением новых конструкционных материалов, в том числе полимерных композиционных [7] и термочувствительных полимерных волокнистых композиционных материалов [8]. Полученные нами экспериментальные данные [9] подтвердили правомочность использования пульсирующих режимов обработки при получении термочувствительных материалов. Термические пульсации позволяют существенно расширить диапазон, используемых в процессе температур с сохранением при этом технологических свойств материала. Эти материалы характеризуются повышенными износостойкими, но невысокими физико-механическими параметрами и высоким коэффициентом трения, что ограничивает области их применения. Их применение в узлах трения техники, особенно при эксплуатации в холодном климате, позволяет решить проблему повышения работоспособности деталей [7]. В этой связи для повышения эффективности обработки силовым и скоростным резанием требуется разработка нового оригинального инструмента и оборудования. А также дальнейшее непрерывное увеличение скоростей резания ставит под сомнение в ряде случаев использование традиционных методов точения [10]. В работах [10,11,12,13,14] приводятся результаты успешного применения способа фрезоточения при обработке поверхностей вращения взамен токарной обработки то-

чением. Например, фрезерование шеек коленчатых валов [10,15,16,17], фрезерование тяжелых и некруглых валов [14], тормозных колодок и накладок и др. В этих работах замена точения фрезерованием позволяет избежать тяжелых динамических нагрузок при точении на высоких скоростях резания. В работе [18] отмечается, что повышение скоростей резания при обработке лезвийным инструментом до 20 ... 30 м/сек, могут являться дальнейшим толчком к замене токарных процессов на фрезерные. Если при этом ориентироваться на традиционные токарные процессы, то следует учитывать, что увеличение скоростей резания примерно на порядок повлечет за собой увеличение частоты вращения шпинделей токарных станков на тот же порядок. Само по себе это является сложной технической задачей, которая усложняется еще и тем, что обрабатывать приходится, главным образом, несбалансированные заготовки. Проблема защиты от сливной стружки с повышением скоростей резания также обостряется [10]. В связи с изложенным правомерными являются изыскания, имеющие целью заменить традиционный процесс токарной обработки фрезерованием. Подобные попытки имели место и раньше. Машиностроительными предприятиями, в том числе иностранными, проводились работы по использованию для обработки деталей типа тело вращения процесса фрезерования набором дисковых фрез (способ Rotomille) [10,19]. Преимуществом этого процесса является возможность получить наружный контур полностью за одну операцию, выполняемую за одну установку. Существенными недостатками является трудность изготовления и эксплуатации инструмента. Для процесса характерна значительная активная суммарная длина режущих кромок, одновременно находящихся в работе. Она примерно соответствует длине обрабатываемого контура. Если учесть при этом еще и прерывистый характер работы инструмента, то станет очевидным, что работа подобным инструментом возможна, лишь при весьма высокой жесткости всей технологической системы в целом. Естественным выходом при недостаточной жесткости является снижение круговых подач. Однако при этом процесс становится непроизводительным [10].

Для широкого внедрения высокопроизводительного способа деталей типа тело вращения фрезоточением, препятствует отсутствие необходимого станочного оборудования и мало изученность данной технологии.

В условиях машиностроительных предприятий, где в основном используются универсальное станочное оборудование, данная проблема еще усугубляется. Решение данной проблемы привело к созданию ресурсосберегающей технологий обработки деталей типа тело вращения, в частности обработки наружных цилиндрических поверхностей термофрикционным фрезоточением [20], а также универсального устройства для осуществления способа термофрикционного фрезоточения на базе токарных станков в условиях машиностроительных предприятий РК [21].

### **Выводы**

1. Результаты исследования состояния проблемы обработки и изготовления деталей в условиях машиностроительных предприятий РК показали, что более 85% деталей подвергающихся механической обработке относятся деталям типа тел вращения или имеют дугообразные наружные поверхности, которые обрабатываются точением на токарных станках. Существует проблема, связанная с дроблением стружки при токарной обработке и возникновения ударной нагрузки на резец при точении прерывистых поверхностей вращения (например, с различными канавками, поднутрениями и т.п.). Данные проблемы приводят:

- дополнительным трудностям по обслуживанию станков, а также не дробленая стружка, наматываясь на резец и заготовку, ухудшает качество обработки и портит детали станка;
- к снижению показателей шероховатости обработки;
- падению стойкости инструмента.

2. Выявлено, что при обработке высокопрочных материалов достичь эффективности обработки, с обеспечением требуемой точности и качества, не всегда является возможным. Применение более высокоэффективных способов обработки, в частности фрезоточения, также является невозможным, ввиду отсутствия соответствующего режущего инструмента и станочного оборудования.

3. Для решения вышеуказанных проблем предлагается ресурсосберегающая технология обработки деталей типа тел вращения, изготавливаемых из высокопрочных материалов, термофрикционным фрезоточением. А также разработано универсальное устройство для токарных станков.

### **Литература.**

1. Шеров К.Т., Аликулов Д.Е., Имашева К.И. и др. Способ термофрикционной обработки плоскости и конструкция диска трения. // Инновационный патент №22998 РК на изобретение 15.10.2010г., бюл. №10.



2. Шеров К.Т.и др. Способ термофрикционной режущо-упрочняющей обработки цилиндрических поверхностей и конструкция диска трения // Патент №25649 РК на изобретение. 16.04.2012г., бюл. №4.
3. Шеров К.Т., Мусаев М.М. и др. Способ термофрикционной отрезки металлических заготовок с охлаждением и конструкция дисковой пилы. // Заключение о выдаче патента на изобретение. Решение №92 от 30.01.2017г.
4. Sherov K.T., Musayev M.M. ando ther. Experimental study of turn-milling process using special friction mill made of steel HARDOX / Metallurgical and Mining Industry. Volume №11-2016 p.52-59.
5. Шеров К.Т., Шеров А.К., Мусаев М.М., Курмангалиев Т.Б. Қиын өңделетін материалдарды фрезалап-жону әдісімен өңдеу / Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2016.- №3(73)- С. 116-122.
6. Шеров К.Т., Мусаев М.М. Расчет коэффициента усадки стружки при обработке стали 30ХГСА фрезоточением / Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университети» ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2016.- №3- С.36-42.
7. Охлопкова А.А., Стручкова Т.С., Алексеев А.Г., Васильев А.П. Разработка и исследование полимерных композиционных материалов на основе активации политетрафторэтилена и углеродных наполнителей / Вестник СВФУ, № 4(48) 2015. – С.51-63.
8. Сафронов А.В. Разработка и исследование термочувствительных полимерных волокнистых композиционных материалов. Автореферат диссертации по машиностроению и машиноведению.
9. Шеров К.Т., Альжанов М.К., Мусаев М.М., и др. Optimization of the conditions of convective drying of thermosensitive materials / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 46 No. 4 (2016) pp. 17-25.
10. Грязев М.В., Степаненко А.В. Перспективные технологии обработки поверхностей вращения фрезерованием / Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.2: в 2 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. Ч.1. – С. 130-136.
11. Грязев М.В., Степаненко А.В. Фрезерование наружных цилиндрических поверхностей торцовыми фрезами / Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.2: в 2 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. Ч.1. – С. 140-148.
12. А.с. №319380. Способ токарной обработки / Опубликовано 02.11.1971. Бюллетень №33.
13. А.с. №346029. Способ механической обработки / Опубликовано 28.07.1972. Бюллетень №23.
14. Полехин В.С. Исследование торцовых головок для точения длинных валов: Новые технологические процессы в машиностроении: сборник науч. трудов. М., 1971. С.11-12.
15. High Speed crankshaft miller-Iron Age Metallwork Int. 1973. 12. №5. P.35-36.
16. Kuljanic Elso, Merchant M.E. An ivestigation of wear in single-tooth and multi-tooth milling // GIRP. 1973. 22. № 1. P. 133-134.
17. Rohs H.G. Wirbeln von Kurbelwellen // Werkstattimd Betrlieb. 1972. 105. №9.P.633-636.
18. Wek. Charles. Future of material a delphiforesanst // Manuf. Eng. (USA) 1977. 79. № 1. P.59-60.
19. Технология механической обработки артиллерийских снарядов. М.: Оборонгиз, 1948. 658 с.
20. Шеров К.Т., Мусаев М.М. Способ термофрикционного фрезоточения и конструкция фрезы трения / Заявление о выдаче патента РК на изобретение. 23.02.2017г.
21. Шеров К.Т., Мусаев М.М. и др. Универсальное устройство для токарного станка / Заявление о выдаче патента РК на изобретение. 01.03.2017г.

### **ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ТОНКУЮ СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

*Г.К. Уазырханова, PhD, доц., Б.К. Рахадиллов, PhD, доц., Ж.К. Уазырханова, препод.*

*Восточно-Казахстанский технический университет имени Д.Серикбаева*

*070010, г. Усть-Каменогорск, улица Серикбаева 19*

*E-mail: [GUazyrhanova@mail.ru](mailto:GUazyrhanova@mail.ru)*

**Аннотация:** Методами электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа, а также механических испытаний были исследованы влияния интенсивной пластической деформации на тонкую структуру и механические свойства алюминиевых сплавов. Установлено, что в исходном состоянии в сплаве АМЦ наблюдается высокая плотность хаотично распределенных дислокаций с плотностью  $5-10 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$ . Показано, что микродифракционных картинах в сплава АМЦ в объеме зерен наблюдаются равномерно распределенные частицы второй фазы. Установлено, что в исходном состоянии в сплаве АМГ6 наблюдается высокая плотность хаотично распределенных дислокаций с плотностью  $2-6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ . Определено, что после РКУП дислокационная структура сплавов АМЦ и АМГ6